

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-218422

(43) 公開日 平成9年(1997)8月19日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1347		G 0 2 F	1/1347
	1/1335	5 2 5		1/1335
	1/137	5 0 0		1/137
				5 2 5
				5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 12 頁)

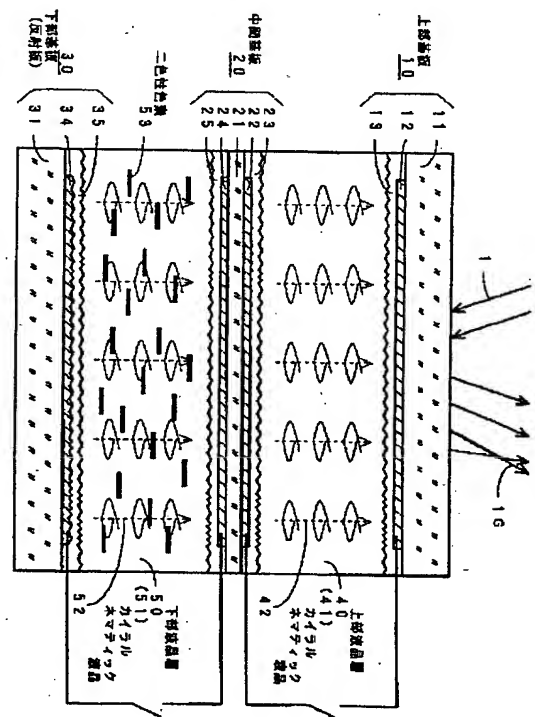
(21) 出願番号	特願平8-47912	(71) 出願人	000005496 富士ゼロックス株式会社 東京都港区赤坂二丁目17番22号
(22) 出願日	平成8年(1996)2月9日	(72) 発明者	鈴木 貞一 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社海老名事業所内
		(72) 発明者	伊藤 久夫 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社海老名事業所内
		(74) 代理人	弁理士 佐藤 正美

(54) 【発明の名称】 反射型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 反射型表示装置において、コントラストの高い、明るい表示が得られ、階調表現も可能となるとともに、カラー化が容易で、しかもカラー化する場合には、フルカラー表示が可能となるようにする。

【解決手段】 上部液晶層40と下部液晶層50を積層して設ける。上部液晶層40は、カイラルネマティック液晶41により形成し、電圧が印加されないときプレーナ配向状態とするとともに、選択反射のピーク波長を可視光領域中の特定波長とする。下部液晶層50は、カイラルネマティック液晶51により形成し、電圧が印加されないときプレーナ配向状態とするとともに、選択反射のピーク波長を赤外域とする。下部液晶層50には、黒色の二色性色素53を溶解する。上部液晶層40および下部液晶層50に、ともに電圧が印加されないときには、上部液晶層40で反射した特定波長の光1Gのみが観察者の目に入る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】外部からの刺激の有無または程度に応じて、可視光中の特定波長の光を反射させる選択反射状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる上部表示層と、

この上部表示層に対して積層され、外部からの刺激の有無または程度に応じて、少なくとも可視光中の前記特定波長以外の波長の光を吸収する光吸収状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる下部表示層と、

この下部表示層の前記上部表示層が積層された側と反対側に配された反射板と、
を備える反射型表示装置。

【請求項2】それぞれ、外部からの刺激の有無または程度に応じて、可視光中の互いに異なる特定波長の光を反射させる選択反射状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる3種類の表示層が、平面的に配置された上部表示層と、

この上部表示層に対して積層され、外部からの刺激の有無または程度に応じて、可視光中の全波長領域の光を吸収する光吸収状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる下部表示層と、
この下部表示層の前記上部表示層が積層された側と反対側に配された反射板と、

を備える反射型表示装置。

【請求項3】それぞれ、外部からの刺激の有無または程度に応じて、可視光中の互いに異なる特定波長の光を反射させる選択反射状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる3種類の表示層が、平面的に配置された上部表示層と、

この上部表示層の前記3種類の表示層に対応して、それぞれ、外部からの刺激の有無または程度に応じて、少なくとも可視光中の前記上部表示層の対応する表示層における前記特定波長以外の波長の光を吸収する光吸収状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる3種類の表示層が、平面的に配置されて、前記上部表示層に対して積層された下部表示層と、

この下部表示層の前記上部表示層が積層された側と反対側に配された反射板と、
を備える反射型表示装置。

【請求項4】外部からの電界の有無または程度に応じて、可視光中の特定波長の光を反射させる選択反射状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる上部液晶層と、

この上部液晶層に対して積層され、外部からの電界の有無または程度に応じて、少なくとも可視光中の前記特定波長以外の波長の光を吸収する光吸収状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる下部液晶層と、

この下部液晶層の前記上部液晶層が積層された側と反対側に配された反射板と、

を備える反射型液晶表示装置。

【請求項5】それぞれ、外部からの電界の有無または程度に応じて、可視光中の互いに異なる特定波長の光を反射させる選択反射状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる3種類の液晶層が、平面的に配置された上部液晶層と、

この上部液晶層に対して積層され、外部からの電界の有無または程度に応じて、可視光中の全波長領域の光を吸収する光吸収状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる下部液晶層と、
この下部液晶層の前記上部液晶層が積層された側と反対側に配された反射板と、

を備える反射型液晶表示装置。

【請求項6】それぞれ、外部からの電界の有無または程度に応じて、可視光中の互いに異なる特定波長の光を反射させる選択反射状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる3種類の液晶層が、平面的に配置された上部液晶層と、

この上部液晶層の前記3種類の液晶層に対応して、それぞれ、外部からの電界の有無または程度に応じて、少なくとも可視光中の前記上部液晶層の対応する液晶層における前記特定波長以外の波長の光を吸収する光吸収状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる3種類の液晶層が、平面的に配置されて、前記上部液晶層に対して積層された下部液晶層と、

この下部液晶層の前記上部液晶層が積層された側と反対側に配された反射板と、

を備える反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、反射型液晶表示装置などの反射型表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置は、フルカラー表示が可能で、かつ高いコントラストを実現できるとともに、CRTディスプレイに比べて消費電力が低いことから、CRTディスプレイに代わる表示装置として各種の用途に用いられている。

【0003】しかし、専用の光源であるバックライトを必要とするので、近年、各種情報機器や情報通信または電話などとの関係で普及が目覚ましい小型情報端末ないし携帯情報端末に用いるには、なお消費電力が大きく、長時間にわたって使用するためにはバッテリーを必要とするので、これら小型情報端末ないし携帯情報端末に利用するには適さない不都合がある。そこで、バックライトを使用しないで外光を利用する反射型液晶表示装置が注目されている。

【0004】従来、反射型液晶表示装置としては、TN（捩じれネマティック）方式、相転移型GH（ゲストホスト）方式、およびECB（複屈折制御）方式が知られている。

【0005】TN方式の反射型液晶表示装置は、それぞれ透明電極を形成した2枚の透明基板間に、正の誘電異方性を有するネマティック液晶を装填して、配向膜の制御により液晶分子の長軸が上下の基板間で90°連続的に捩じれたTNセルを形成するとともに、上下の基板の外側に互いに直交する偏光板を配し、下側の偏光板の外側に反射板を配したものである。

【0006】このTN方式の反射型液晶表示装置では、TNセルに電圧が印加されないときには、上側の基板に垂直に入射した光は、セル通過中に液晶分子の捩じれに沿って偏光面が90°回転して下側の偏光板を透過し、その外側の反射板で反射して観察者の目に入り、TNセルは白色を呈する。

【0007】これに対して、TNセルに閾値以上の電圧が印加されると、電極面近傍の液晶分子を除く液晶分子が電場方向と平行に、すなわち基板と垂直に配列されることにより、偏光面の回転が生じなくなって、入射光は下側の偏光板を透過せず、TNセルは黒色を呈する。したがって、電圧のオンオフによって文字などの表示が可能となる。

【0008】相転移型GH方式の反射型液晶表示装置は、それぞれ透明電極を形成した2枚の透明基板間に、カイラルネマティック液晶またはコレステリック液晶からなるホスト液晶中に二色性染料を溶解したGHセルを形成するとともに、光の入射側と反対側の基板の外側に反射板を配したもので、GHセルに電圧が印加されないときには、液晶分子が基板と平行に配列されたプレーナ配向状態とされることによって、二色性染料も液晶分子と連動的に基板と平行に配列されるため、二色性染料で特定波長の光が吸収されて、セル透過光が着色される。

【0009】これに対して、GHセルに閾値以上の電圧が印加されると、液晶分子が電場方向と平行に、すなわち基板と垂直に配列され、二色性染料も液晶分子と連動的に基板と垂直に配列されるため、入射光は二色性染料でほとんど吸収されず、セル透過光はほとんど着色されない。したがって、偏光板を使用しないで文字などの表示が可能となる。

【0010】なお、このような相転移型GH方式の反射型液晶表示装置で、カラーフィルタにより入射光を着色することによってカラー化を計ったものも考えられている（NIKKEI MICRODEVICES 1994年6月号参照）。

【0011】ECB方式の反射型液晶表示装置、例えばDAP（垂直分子配列）形の反射型液晶表示装置は、それぞれ透明電極を形成した2枚の透明基板間に、負の誘電異方性を有するネマティック液晶を装填して、液晶分

子が基板と垂直に配列されたホメオトロピック配列セルを形成するとともに、上下の基板の外側に互いに直交する偏光子を配し、下側の偏光子の外側に反射板を配したものである。

【0012】このDAP形のECB方式の反射型液晶表示装置では、セルに電圧が印加されないときには、光の進行方向がセルの光軸と平行になるので、入射光は複屈折を受けることなくセルを通過して検光子（下側の偏光子）を透過せず、セルは黒色を呈する。

【0013】これに対して、セルに閾値以上の電圧が印加されると、電極面近傍の液晶分子を除く液晶分子が光の進行方向に対して傾斜するとともに、その傾斜角が印加電圧の増加に伴って大きくなって、入射光の直線偏光が複屈折により楕円偏光に変化し、入射光の一部が検光子を透過する。このとき、入射光の波長によって楕円偏光の程度が変化し、入射光の各波長の透過率が異なるため、検光子を透過した光が着色される。そして、セルに印加される電圧に応じて色相が変化し、カラー表示が可能となる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のTN方式の反射型液晶表示装置は、偏光板を使用して入射光の偏光方向を一方に制限するため、入射光の半分以上が失われ、反射光が微弱となって、白色表示のときの白色が非常に暗くなり、コントラストが低くなるとともに、カラー化が難しい欠点がある。

【0015】また、相転移型GH方式の反射型液晶表示装置は、偏光板を使用しないので、その分、光の有効利用が可能であるが、カラー化のためにはカラーフィルタを用いるので、それによる光の吸収が大きく、カラー化した場合には全体的に暗いディスプレイとなる欠点がある。さらに、フィルタを用いるため、白色を表現できない不都合がある。

【0016】さらに、ECB方式の反射型液晶表示装置は、TN方式の反射型液晶表示装置と同様に偏光板を用いるので、全体的に暗いディスプレイとなるとともに、その動作原理から、階調表現ができない、表示できる色の数が著しく限定される、色純度が悪い、という欠点がある。

【0017】そこで、この発明は、反射型液晶表示装置などの反射型表示装置において、コントラストの高い、明るい表示が得られ、階調表現も可能となるとともに、カラー化が容易で、しかもカラー化する場合には、フルカラー表示が可能となるとともに、高い色純度が得られるようにしたものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1または4の発明では、両者を区別するために請求項4の発明の場合を括弧内に記し、かつ図1に示して後述する実施形態の参照符号を各手段のあとに引用して示すと、反射型表示装置

(反射型液晶表示装置)として、外部からの刺激(電界)の有無または程度に応じて、可視光中の特定波長の光を反射させる選択反射状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる上部表示層(上部液晶層)40と、この上部表示層(上部液晶層)40に対して積層され、外部からの刺激(電界)の有無または程度に応じて、少なくとも可視光中の前記特定波長以外の波長の光を吸収する光吸収状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる下部表示層(下部液晶層)50と、この下部表示層(下部液晶層)50の前記上部表示層(上部液晶層)40が積層された側と反対側に配された反射板30と、を設ける。

【0019】請求項2または5の発明では、両者を区別するために請求項5の発明の場合を括弧内に記し、かつ図4に示して後述する実施形態の参照符号を各手段のあとに引用して示すと、反射型表示装置(反射型液晶表示装置)として、それぞれ、外部からの刺激(電界)の有無または程度に応じて、可視光中の互いに異なる特定波長の光を反射させる選択反射状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる3種類の表示層(液晶層)401、402、403が、平面的に配置された上部表示層(上部液晶層)40と、この上部表示層(上部液晶層)40に対して積層され、外部からの刺激(電界)の有無または程度に応じて、可視光中の全波長領域の光を吸収する光吸収状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる下部表示層(下部液晶層)50と、この下部表示層(下部液晶層)50の前記上部表示層(上部液晶層)40が積層された側と反対側に配された反射板30と、を設ける。

【0020】請求項3または6の発明では、両者を区別するために請求項6の発明の場合を括弧内に記し、かつ図5に示して後述する実施形態の参照符号を各手段のあとに引用して示すと、反射型表示装置(反射型液晶表示装置)として、それぞれ、外部からの刺激(電界)の有無または程度に応じて、可視光中の互いに異なる特定波長の光を反射させる選択反射状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる3種類の表示層(液晶層)401、402、403が、平面的に配置された上部表示層(上部液晶層)40と、この上部表示層(上部液晶層)40の前記3種類の表示層(液晶層)401、402、403に対応して、それぞれ、外部からの刺激(電界)の有無または程度に応じて、少なくとも可視光中の前記上部表示層(上部液晶層)40の対応する表示層(液晶層)401、402、403における前記特定波長以外の波長の光を吸収する光吸収状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうる3種類の表示層(液晶層)501、502、503が、平面的に配置されて、

前記上部表示層(上部液晶層)40に対して積層された下部表示層(下部液晶層)50と、この下部表示層(下部液晶層)50の前記上部表示層(上部液晶層)40が積層された側と反対側に配された反射板30と、を設ける。

【0021】

【作用】上記のように構成した請求項1(4)の発明の反射型表示装置(反射型液晶表示装置)においては、上部表示層(上部液晶層)40が選択反射状態とされ、下部表示層(下部液晶層)50が光吸収状態とされるときには、可視光中の特定波長の光が、上部表示層(上部液晶層)40で反射して観察者の目に入り、特定波長以外の波長の光は、上部表示層(上部液晶層)40を透過するものの、下部表示層(下部液晶層)50で吸収されて、観察者の目に入らない。したがって、このとき、赤、緑または青などの特定の色が、他の色が混入しない状態で、色付きよく表示される。

【0022】また、上部表示層(上部液晶層)40および下部表示層(下部液晶層)50がともに透明状態とされるときには、可視光中の全波長領域の光が、上部表示層(上部液晶層)40を透過し、さらに下部表示層(下部液晶層)50を透過して、反射板30により散乱反射し、下部表示層(下部液晶層)50を透過し、さらに上部表示層(上部液晶層)40を透過して、観察者の目に入る。したがって、このとき、白色が高明度で表示される。

【0023】さらに、下部表示層(下部液晶層)50の光吸収状態のときには可視光中の全波長領域の光が下部表示層(下部液晶層)50で吸収される場合で、上部表示層(上部液晶層)40が透明状態とされ、下部表示層(下部液晶層)50が光吸収状態とされるときには、可視光中の全波長領域の光が、上部表示層(上部液晶層)40を透過したのち、下部表示層(下部液晶層)50で吸収される。したがって、このとき、黒色が高濃度で表示される。

【0024】上記のように構成した請求項2(5)の発明の反射型表示装置(反射型液晶表示装置)においては、下部表示層(下部液晶層)50が光吸収状態とされた状態において、上部表示層(上部液晶層)40の各表示層(液晶層)401、402、403に対する外部からの刺激(電界)の制御によって、上部表示層(上部液晶層)40のそれぞれの表示層(液晶層)401、402、403が選択反射状態とされるときには、可視光中の赤、緑、青などの色光が、それぞれの表示層(液晶層)401、402、403で反射して観察者の目に入り、赤、緑、青など、ないしそれらの混色によるカラー表示がなされる。

【0025】このとき、上部表示層(上部液晶層)40の、それぞれの表示層(液晶層)401、402、403を透過した他の色光、および選択反射状態とされずに

透明状態とされた表示層（液晶層）を透過した色光は、下部表示層（下部液晶層）50で吸収されて観察者の目に入らないので、請求項1（4）の発明の反射型表示装置（反射型液晶表示装置）と同様に、色付きのよい表示がなされる。

【0026】また、上部表示層（上部液晶層）40のすべての表示層（液晶層）401～403および下部表示層（下部液晶層）50が透明状態とされるときには、可視光中の全波長領域の光が、上部表示層（上部液晶層）40の各表示層（液晶層）401～403および下部表示層（下部液晶層）50を透過し、反射板30により散乱反射して、白色が高明度で表示される。

【0027】さらに、上部表示層（上部液晶層）40のすべての表示層（液晶層）401～403が透明状態とされ、下部表示層（下部液晶層）50が光吸収状態とされるときには、可視光中の全波長領域の光が、上部表示層（上部液晶層）40の各表示層（液晶層）401～403を透過したのち、下部表示層（下部液晶層）50で吸収されて、黒色が高濃度で表示される。

【0028】上記のように構成した請求項3（6）の発明の反射型表示装置（反射型液晶表示装置）においては、下部表示層（下部液晶層）50のすべての表示層（液晶層）501～503が光吸収状態とされた状態において、上部表示層（上部液晶層）40の各表示層（液晶層）401、402、403に対する外部からの刺激（電界）の制御によって、上部表示層（上部液晶層）40のそれぞれの表示層（液晶層）401、402、403が選択反射状態とされるときには、可視光中の赤、緑、青などの色光が、それぞれの表示層（液晶層）401、402、403で反射して観察者の目に入り、赤、緑、青など、ないしそれらの混色によるカラー表示がなされる。

【0029】このとき、請求項2（5）の発明の反射型表示装置（反射型液晶表示装置）と同様に、色付きのよい表示がなされる。

【0030】また、上部表示層（上部液晶層）40のすべての表示層（液晶層）401～403および下部表示層（下部液晶層）50のすべての表示層（液晶層）501～503が透明状態とされるときには、可視光中の全波長領域の光が、上部表示層（上部液晶層）40の各表示層（液晶層）401～403および下部表示層（下部液晶層）50の各表示層（液晶層）501～503を透過し、反射板30により散乱反射して、白色が高明度で表示される。

【0031】さらに、上部表示層（上部液晶層）40のすべての表示層（液晶層）401～403が透明状態とされ、下部表示層（下部液晶層）50のすべての表示層（液晶層）501～503が光吸収状態とされるときには、可視光中の全波長領域の光が、上部表示層（上部液晶層）40の各表示層（液晶層）401～403を透過

したのち、下部表示層（下部液晶層）50の各表示層（液晶層）501～503で吸収されて、黒色が高濃度で表示される。

【0032】

【発明の実施の形態】

〔請求項1、4の発明の一実施形態…図1～図3〕図1は、この発明の反射型表示装置の一例を示し、請求項1、4の発明の一実施形態の反射型液晶表示装置として構成した場合である。

【0033】この例の反射型液晶表示装置は、上部基板10、中間基板20および下部基板30を備え、上部基板10と中間基板20の間に、上部表示層として上部液晶層40が形成され、中間基板20と下部基板30の間に、下部表示層として下部液晶層50が形成されて、構成される。

【0034】上部基板10は、1mm程度の厚みのガラス基板などの透明基板11の図において下面に、ITO膜による透明電極12が形成され、さらに透明電極12上に、SiO_x膜による絶縁膜を兼ねた配向膜13が形成されて、構成される。

【0035】ITO膜による透明電極12の表面は、荒れた面をしていて、光の散乱が生じやすい。そのため、後述するカイラルネマティック液晶による選択反射の際には、見る角度による色の違いや見え方が小さく抑えられる利点がある。

【0036】中間基板20は、100μm程度の厚みのガラス基板などの透明基板21の上下の面に、ITO膜による透明電極22、24が形成され、さらに透明電極22、24上に、ポリイミド膜による絶縁膜を兼ねた配向膜23、25が形成されて、構成される。このように中間基板20の透明基板21を薄くするのは、見る方向による色ずれを防止するためである。

【0037】下部基板30は、上部基板10の透明電極11と同様の1mm程度の厚みのガラス基板などの透明基板31の図において上面に、反射面を構成するために表面を荒らしたアルミニウム膜による反射電極34が形成され、さらに反射電極34上に、ポリイミド膜による絶縁膜を兼ねた配向膜35が形成されて、構成される。

【0038】図示していないが、上部基板10と中間基板20の間、および中間基板20と下部基板30の間には、それぞれスペーサが介在されて、上部基板10と中間基板20の間隔、および中間基板20と下部基板30の間隔が、それぞれ一定に、例えばそれぞれ5μmに保持される。

【0039】そして、上部基板10と中間基板20の間には、この例ではカイラル剤をネマティック液晶に混合したカイラルネマティック液晶41を注入することによって、上部液晶層40が形成される。

【0040】カイラルネマティック液晶41は、これに電圧が印加されないときには、後述するように、特定波

長の光を選択的に反射させる。しかも、その選択反射の波長は、カイラル剤の種類や添加量により決まる、カイラルネマティック液晶41のヘリカルピッチにより決定される。したがって、カイラル剤の添加量を調整し、カイラルネマティック液晶41のヘリカルピッチを調整することによって、選択反射の波長を設定することができる。

【0041】具体的に、選択反射のピーク波長 λ_0 は、

$$\lambda_0 = \{ (n_x \times 2 + n_y \times 2) / 2 \} \times (1/2) \quad \dots (2)$$

である。ただし、「 $\times 2$ 」は2乗を、「 $\times (1/2)$ 」は $(1/2)$ 乗を、それぞれ示す。

【0043】また、このときの反射光の波長のバンド幅 $\Delta\lambda$ は、

$$\Delta\lambda = (n_x - n_y) p \quad \dots (3)$$

で表される。

【0044】この例では、この選択反射のピーク波長 λ_0 が、可視光領域中の緑の波長とされる。ただし、可視光領域中の特定波長であれば、赤または青などの波長でもよい。

【0045】カイラルネマティック液晶41は、上記のように配向膜13および23が形成されることにより、これに電圧が印加されないときには、図示するようにヘリカル軸42が上部基板10および中間基板20に対して垂直となり、液晶分子が上部基板10および中間基板20と平行に配列されたプレーナ配向状態とされる。

【0046】したがって、上部液晶層40に電圧が印加されないときには、上部基板10に入射して上部基板10を透過した周辺光1のうちの特定波長の光、すなわち上記の例では緑の色光は、カイラルネマティック液晶41のヘリカル方向と同一の旋光方向を有する50%の円偏光が、反射光1Gとして示すように上部液晶層40で反射する。

【0047】特定波長の光のうちのカイラルネマティック液晶41のヘリカル方向と逆の旋光方向を有する残り50%の円偏光、および特定波長以外の波長の光は、上部液晶層40を透過する。

【0048】上部液晶層40に、ある閾値以上の電圧が印加されると、上部液晶層40のカイラルネマティック液晶41は、液晶分子が上部基板10および中間基板20と垂直に配列されたホメオトロピック様の配向状態に相転移して、ヘリカル構造が消失する。そのため、上部液晶層40への入射光のほとんどが、上部液晶層40で反射することなく、上部液晶層40を透過する。すなわち、上部液晶層40は透明状態を呈する。

【0049】上部液晶層40に電圧が印加されないとき、下部液晶層50が存在しない場合には、特定波長の光のうちの上記のように上部液晶層40を透過した残り50%の円偏光、および同様に上部液晶層40を透過した特定波長以外の波長の光は、多重反射によって入射側に戻ってくることが多い。そのため、これらの光が上部

カイラルネマティック液晶41のヘリカルピッチを p 、ヘリカル軸42に直交する平面内での平均屈折率を n_a とすると、

$$\lambda_0 = p \times n_a \quad \dots (1)$$

で与えられる。

【0042】平均屈折率 n_a は、液晶分子の長軸に対して平行、垂直な方向の屈折率を、それぞれ n_x 、 n_y とすると、

液晶層40で反射した特定波長の光1Gと混合されて観察者の目に入り、色付きが不十分となって、表示色の区別がつきにくくなる。

【0050】しかし、中間基板20と下部基板30の間には、この例では黒色の、すなわち可視光中の全波長領域の光を吸収する二色性色素53を溶解したカイラルネマティック液晶51を注入することによって、下部液晶層50が形成される。

【0051】二色性色素53は、その分子の長軸方向と短軸方向で可視光の吸収に異方性を有し、かつ液晶分子と平行に配列されるもので、これがカイラルネマティック液晶51に溶解されることによって、カイラルネマティック液晶51は、後述するようにゲストホスト効果を呈する。

【0052】この場合、カイラルネマティック液晶51は、上記のように配向膜25および35が形成されることにより、上部液晶層40のカイラルネマティック液晶41と同様に、これに電圧が印加されないときには、図示するようにヘリカル軸52が中間基板20および下部基板30に対して垂直となり、液晶分子が中間基板20および下部基板30と平行に配列されたプレーナ配向状態とされる。

【0053】なお、カイラルネマティック液晶51に混合されるカイラル剤は、カイラルネマティック液晶51の選択反射のピーク波長が観察者に認識されない赤外域となるものにされる。

【0054】したがって、下部液晶層50に電圧が印加されないときには、図示するように二色性色素53も中間基板20および下部基板30と平行に配列されて、下部液晶層50に入射した光は、その偏光方向に関係なく、かつ可視光の全波長領域にわたって、二色性色素53に吸収される。

【0055】そのため、上部液晶層40および下部液晶層50に、ともに電圧が印加されないときには、上述した特定波長の光のうちの上部液晶層40を透過した残り50%の円偏光、および上部液晶層40を透過した特定波長以外の波長の光は、下部液晶層50で吸収されて、上部液晶層40で反射した特定波長の光1Gのみが観察者の目に入り、特定の色、すなわち上記の例では緑が、色付きよく、高いコントラストで表示される。

【0056】下部液晶層50に、ある閾値以上の電圧が

印加されると、下部液晶層50のカイラルネマティック液晶51は、液晶分子が中間基板20および下部基板30と垂直に配列されたホメオトロピック様の配向状態に相転移し、それに伴って二色性色素53も中間基板20および下部基板30と垂直に配列される。

【0057】そのため、下部液晶層50への入射光のほとんどが、下部液晶層50で吸収されることなく、下部液晶層50を透過する。すなわち、下部液晶層50は透明状態を呈する。この場合、下部液晶層50を透過した光は、反射電極34により散乱反射するので、白色に見えることになる。

【0058】上述した反射型液晶表示装置は、一例として、以下の第1、第2および第3の駆動モードで駆動される。

【0059】すなわち、第1の駆動モードでは、上部液晶層40および下部液晶層50に、ともに電圧が印加されない。

【0060】したがって、このとき、図1に示し、かつ上述したように、上部液晶層40のカイラルネマティック液晶41および下部液晶層50のカイラルネマティック液晶51が、ともにプレーナ配向状態とされとともに、カイラルネマティック液晶51中の二色性色素53が中間基板20および下部基板30と平行に配列されて、上部液晶層40で反射した特定波長の光1Gのみが観察者の目に入り、特定の色、すなわち上記の例では緑が、色付きよく、高いコントラストで表示される。

【0061】第2の駆動モードでは、上部液晶層40および下部液晶層50に、ともに閾値以上の電圧が印加される。

【0062】したがって、このとき、上部液晶層40のカイラルネマティック液晶41および下部液晶層50のカイラルネマティック液晶51が、ともにホメオトロピック様の配向状態とされとともに、図2に示すように、カイラルネマティック液晶51中の二色性色素53が中間基板20および下部基板30と垂直に配列されて、同図に示すように、上部液晶層40への入射光2のほとんどが、上部液晶層40で反射することなく上部液晶層40を透過し、さらに下部液晶層50で吸収されることなく下部液晶層50を透過し、反射電極34により散乱反射光3として散乱反射して、白色が高明度で表示される。

【0063】第3の駆動モードでは、上部液晶層40に閾値以上の電圧が印加されるとともに、下部液晶層50には電圧が印加されない。

【0064】したがって、このとき、上部液晶層40のカイラルネマティック液晶41がホメオトロピック様の配向状態とされ、下部液晶層50のカイラルネマティック液晶51がプレーナ配向状態とされとともに、図3に示すように、カイラルネマティック液晶51中の二色性色素53が中間基板20および下部基板30と平行に

配列されて、同図に示すように、上部液晶層40への入射光4のほとんどが、上部液晶層40で反射することなく上部液晶層40を透過するが、下部液晶層50で吸収されて、黒色が高濃度で表示される。

【0065】このように、上述した例によれば、上部液晶層40および下部液晶層50に対する電圧印加を制御することによって、表示色を、特定の色、上記の例では緑色、白色および黒色の間で変えることができるとともに、コントラストの高い、明るい表示が得られる。

【0066】また、上部液晶層40ないし下部液晶層50に印加する電圧を連続的ないし段階的に変えることによって、表示される色の色相や彩度ないし明度を連続的ないし段階的に変化させることもできる。

【0067】上述した反射型液晶表示装置は、他の例として、以下の第1および第2の駆動モードで駆動される。

【0068】すなわち、第1の駆動モードでは、上部液晶層40および下部液晶層50に、ともに電圧が印加されない。したがって、このとき、特定の色、例えば上部液晶層40における選択反射のピーク波長 λ_0 を青の波長とするときには青が、色付きよく、高いコントラストで表示される。

【0069】第2の駆動モードでは、上部液晶層40および下部液晶層50に、ともに閾値以上の電圧が印加される。したがって、このとき、白色が高明度で表示される。

【0070】したがって、この例によれば、例えば白黒のモノクロ表示の場合における黒を黒に近い青に置き換えたような表示を実現することができる。もちろん、この場合も、上部液晶層40ないし下部液晶層50に印加する電圧を連続的ないし段階的に変えることによって、表示される色の色相や彩度ないし明度を連続的ないし段階的に変化させることができる。

【0071】なお、図1の例の場合、下部液晶層50中の二色性色素53は、少なくとも可視光中の上部液晶層40における選択反射の波長以外の波長の光を吸収するものであればよい。

【0072】また、上部液晶層40および下部液晶層50は、それぞれカイラルネマティック液晶の代わりにコレステリック液晶により形成することもでき、その場合でも、上述したカイラルネマティック液晶の場合と同様の作用により、カイラルネマティック液晶の場合と同様の効果が得られる。

【0073】〔請求項2、5の発明の一実施形態…図4〕図4は、この発明の反射型表示装置の他の例を示し、請求項2、5の発明の一実施形態の反射型液晶表示装置として構成した場合である。

【0074】すなわち、この例の反射型液晶表示装置は、上部基板10、上部液晶層40、中間基板20、下部液晶層50および下部基板30の積層構造とされる点

は、図1の例の反射型液晶表示装置と同じであるが、その上部液晶層40は、それぞれ電圧が印加されないときの上述した選択反射のピーク波長が可視光領域中の互いに異なる特定波長とされた、平面的に配置された3種類の液晶層401、402、403で構成される。

【0075】液晶層401、402、403は、その3つで1画素を構成するもので、それぞれの選択反射のピーク波長は、例えば赤、緑、青の波長とされる。

【0076】また、液晶層401、402、403は、隔壁61、62、63によって互いに分離されるとともに、透明電極12および22のうちのいずれか一方、例えば透明電極12が、液晶層401、402、403に対応して、透明電極121、122、123に分離される。

【0077】ただし、この例では、下部液晶層50の二色性色素53は、可視光中の全波長領域の光を吸収するものとされる。

【0078】この例では、カラー表示モードでは、液晶層401~403の少なくとも一つに電圧が印加されずに、液晶層401~403の少なくとも一つが選択反射状態とされるとともに、下部液晶層50には電圧が印加されずに、下部液晶層50が光吸収状態とされる。

【0079】したがって、液晶層401~403のうち、液晶層401にのみ電圧が印加されず、液晶層402、403には閾値以上の電圧が印加されるときには、赤の色光のみが液晶層401で反射して、赤が、色付きよく、高いコントラストで表示される。

【0080】液晶層401~403のうち、液晶層402にのみ電圧が印加されず、液晶層401、403には閾値以上の電圧が印加されるときには、緑の色光のみが液晶層402で反射して、緑が、色付きよく、高いコントラストで表示される。

【0081】液晶層401~403のうち、液晶層403にのみ電圧が印加されず、液晶層401、402には閾値以上の電圧が印加されるときには、青の色光のみが液晶層403で反射して、青が、色付きよく、高いコントラストで表示される。

【0082】また、液晶層401~403の2つまたは3つに電圧が印加されないときには、赤、緑、青の2つまたは3つの混色が表示される。

【0083】液晶層401~403のすべてに閾値以上の電圧が印加されて、液晶層401~403のすべてが透明状態とされるとともに、下部液晶層50に閾値以上の電圧が印加されて、下部液晶層50も透明状態とされるときには、図1の例の図2に示したモードと同様に、白色が高明度で表示される。

【0084】もっとも、上記のカラー表示モードで、液晶層401~403のすべてに電圧が印加されずに、液晶層401~403のすべてが選択反射状態とされるときにも、白色の表示が可能である。ただし、この場合、

上記のような特別の白色表示モードのときに比べて、白色の強度が1/3となる。

【0085】液晶層401~403のすべてに閾値以上の電圧が印加されて、液晶層401~403のすべてが透明状態とされるとともに、下部液晶層50には電圧が印加されずに、下部液晶層50が光吸収状態とされるときには、図1の例の図3に示したモードと同様に、黒色が高濃度で表示される。

【0086】この例によれば、液晶層401~403および下部液晶層50に対する電圧印加を制御することによって、カラー表示をすることができ、フルカラー表示も可能となる。また、図1の例と同様に、コントラストの高い、明るい表示が得られる。

【0087】なお、この例でも、液晶層401~403および下部液晶層50は、それぞれカイラルネマティック液晶の代わりにコレステリック液晶により形成することができる。

【0088】〔請求項3、6の発明の一実施形態…図5〕図5は、この発明の反射型表示装置のさらに他の例を示し、請求項3、6の発明の一実施形態の反射型液晶表示装置として構成した場合である。

【0089】すなわち、この例の反射型液晶表示装置は、上部基板10、上部液晶層40、中間基板20、下部液晶層50および下部基板30の積層構造とされ、かつ上部液晶層40が、それぞれ電圧が印加されないときの選択反射のピーク波長が、それぞれ例えば赤、緑、青というように可視光領域中の互いに異なる特定波長とされた、平面的に配置された3種類の液晶層401、402、403で構成される点は、図4の例の反射型液晶表示装置と同じであるが、その下部液晶層50も、上部液晶層40の液晶層401、402、403に対応して、平面的に配置された3種類の液晶層501、502、503で構成される。

【0090】ただし、液晶層501中の二色性色素531は、少なくとも可視光中の液晶層401における選択反射の波長以外の波長の光を吸収し、液晶層502中の二色性色素532は、少なくとも可視光中の液晶層402における選択反射の波長以外の波長の光を吸収し、液晶層503中の二色性色素533は、少なくとも可視光中の液晶層403における選択反射の波長以外の波長の光を吸収するものであればよい。

【0091】また、液晶層501、502、503は、隔壁71、72、73によって互いに分離されるとともに、透明電極24および反射電極34のうちのいずれか一方、例えば透明電極24が、液晶層501、502、503に対応して、透明電極241、242、243に分離される。

【0092】この例では、カラー表示モードでは、液晶層401~403の少なくとも一つに電圧が印加されずに、液晶層401~403の少なくとも一つが選択反射

状態とされるときに、液晶層501～503のすべてに電圧が印加されずに、液晶層501～503のすべてが光吸収状態とされる。したがって、図4の例と同様に、赤、緑、青またはその2つもしくは3つの混色が、色付きよく、高いコントラストで表示される。

【0093】液晶層401～403のすべてに閾値以上の電圧が印加されて、液晶層401～403のすべてが透明状態とされるときに、液晶層501～503のすべてに閾値以上の電圧が印加されて、液晶層501～503のすべても透明状態とされるときには、図1の例の図2に示したモードと同様に、白色が高明度で表示される。

【0094】液晶層401～403のすべてに閾値以上の電圧が印加されて、液晶層401～403のすべてが透明状態とされるときに、液晶層501～503のすべてに電圧が印加されずに、液晶層501～503のすべてが光吸収状態とされるときには、図1の例の図3に示したモードと同様に、黒色が高濃度で表示される。

【0095】したがって、この例によっても、液晶層401～403および液晶層501～503に対する電圧印加を制御することによって、カラー表示をすることができ、フルカラー表示も可能となる。また、図1の例と同様に、コントラストの高い、明るい表示が得られる。

【0096】なお、この例でも、液晶層401～403および液晶層501～503は、それぞれカイラルネマティック液晶の代わりにコレステリック液晶により形成することができる。

【0097】〔他の実施形態〕図1、図4および図5の例は、透明基板31上に反射電極34が形成されて下部基板30が反射板を構成する場合であるが、反射電極34の代わりに透明電極が形成されて、下部基板30の裏面側に別途、反射板が設けられてもよい。

【0098】上述した実施形態は、いずれも反射型液晶表示装置の場合であるが、この発明は、反射型液晶表示装置に限らず、表示層として液晶材料以外のエレクトロクロミック材料などを用いた他の反射型表示装置にも適用することができ、その場合、上部表示層は、外部からの刺激の有無または程度に応じて、可視光中の特定波長の光を反射させる選択反射状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうるものとし、下部表示層は、外部からの刺激の有無または程度に応じて、可視光中の上部表示層における選択反射の特定波長以外の波長の光、または可視光中の全波長領域の光を吸収する光吸収状態と、可視光中の全波長領域の光を透過させる透明状態とのいずれかをとりうるものとする。

【0099】

【発明の効果】上述したように、請求項1または4の発明によれば、表示色を、特定の色、白色および黒色の間や、特定の色と白色との間で、変えることができるとともに、コントラストの高い、明るい表示が得られる。また、表示される色の色相や彩度ないし明度を連続的ないし段階的に変化させることもできる。

【0100】請求項2、3または5、6の発明によれば、カラー表示をすることができ、フルカラー表示も可能となるとともに、コントラストの高い、明るい表示が得られ、高い色純度が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の反射型表示装置の一例を示す断面図である。

【図2】図1の反射型表示装置の動作の説明に供する断面図である。

【図3】図1の反射型表示装置の動作の説明に供する断面図である。

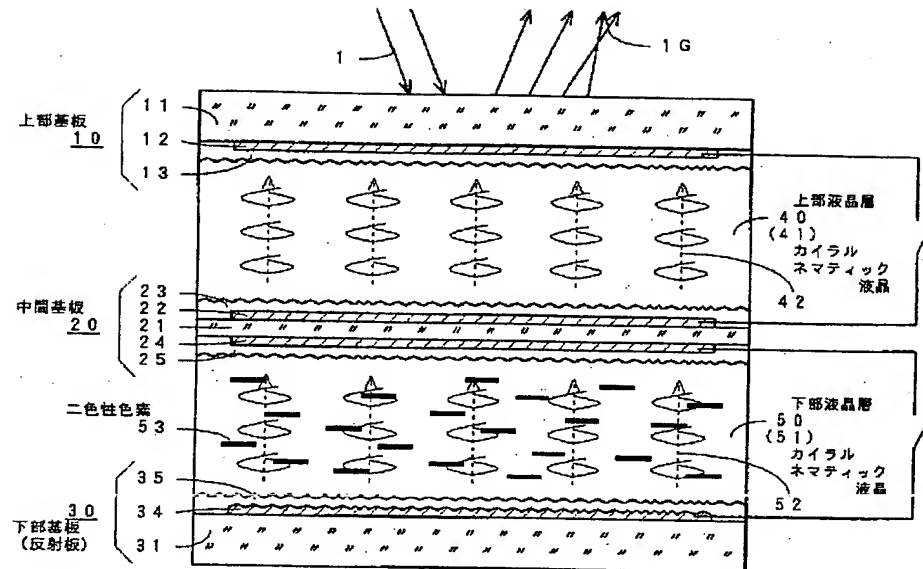
【図4】この発明の反射型表示装置の他の例を示す断面図である。

【図5】この発明の反射型表示装置のさらに他の例を示す断面図である。

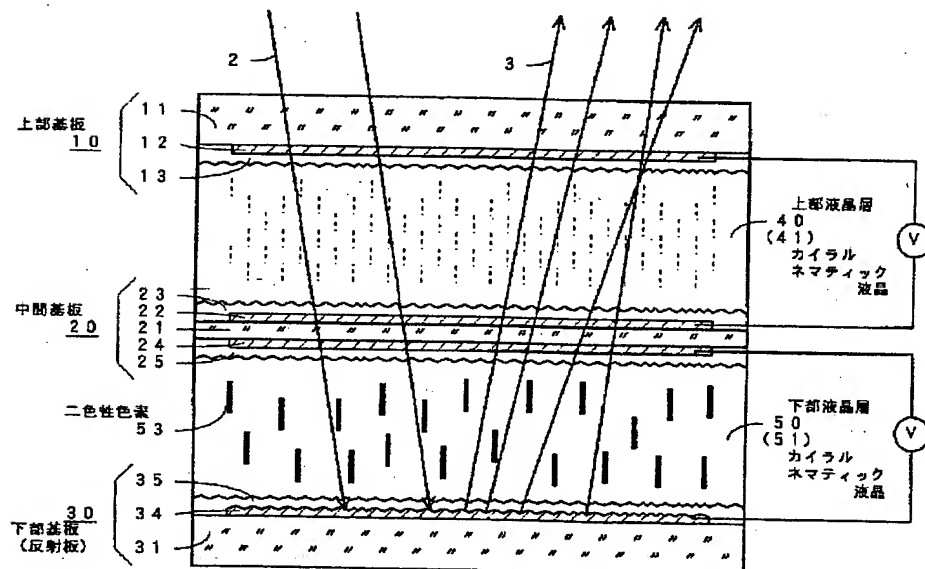
【符号の説明】

- 10 上部基板
- 11 透明基板
- 12 透明電極
- 13 配向膜
- 20 中間基板
- 21 透明基板
- 22, 24 透明電極
- 23, 25 配向膜
- 30 下部基板(反射板)
- 31 透明基板
- 34 反射電極
- 35 配向膜
- 40 上部液晶層(上部表示層)
- 41 カイラルネマティック液晶
- 50 下部液晶層(下部表示層)
- 51 カイラルネマティック液晶
- 53 二色性色素
- 61, 62, 63 隔壁
- 71, 72, 73 隔壁
- 121, 122, 123 透明電極
- 241, 242, 243 透明電極
- 401, 402, 403 液晶層(表示層)
- 501, 502, 503 液晶層(表示層)
- 531, 532, 533 二色性色素

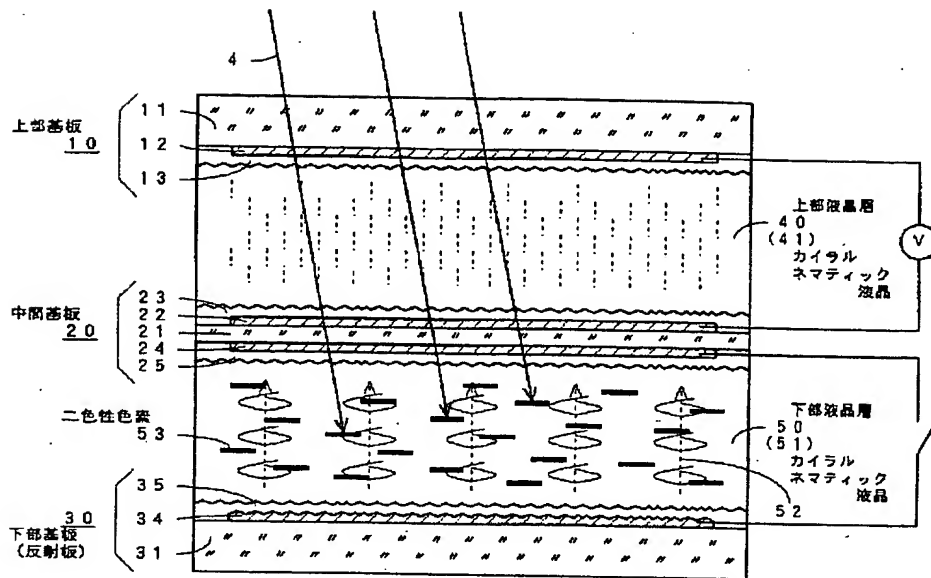
【図1】



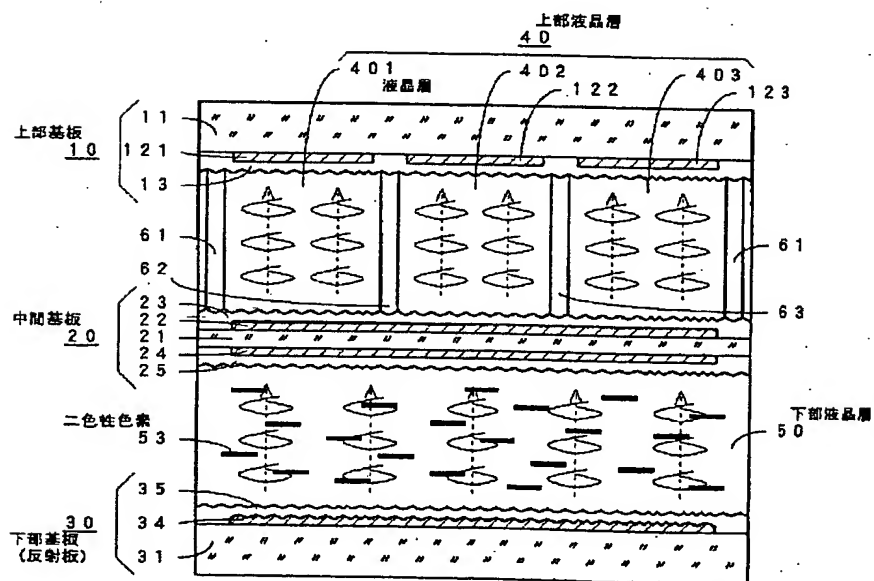
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

